

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 197 33 336 A 1**

(5) Int. Cl. 6:  
**H 04 J 3/22**  
H 04 J 13/02  
H 04 Q 7/20

(21) Aktenzeichen: 197 33 336.2  
(22) Anmeldetag: 1. 8. 97  
(43) Offenlegungstag: 18. 2. 99

(71) Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

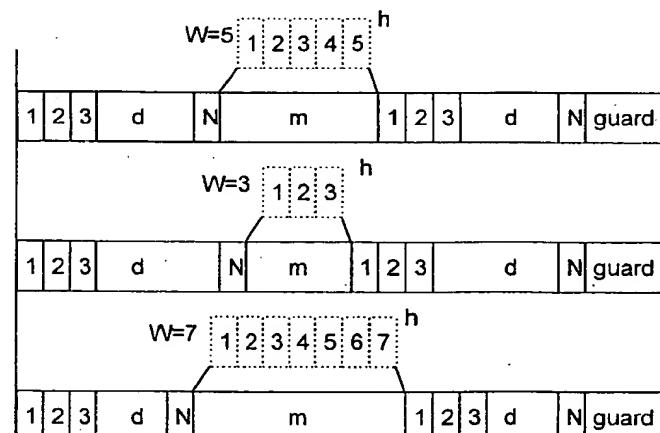
(72) Erfinder:  
Bahrenburg, Stefan, Dipl.-Ing., 81477 München, DE;  
Baier, Paul-Walter, Prof.Dr.-Ing. habil, 67661  
Kaiserslautern, DE; Weber, Tobias, Dipl.-Ing., 67731  
Otterbach, DE; Schlee, Johannes, Dipl.-Ing., 67657  
Kaiserslautern, DE; Mayer, Jürgen, Dipl.-Ing., 67105  
Schifferstadt, DE; Euscher, Christoph, Dipl.-Ing.,  
46414 Rhede, DE

(56) Entgegenhaltungen:  
US 51 42 534  
"The GSM System for Mobile Communications",  
M. Mouly, M.-B., Pautet (Cell & Sys.,  
Palaiseau, 1992), S. 231-238;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Funkstation zur Datenübertragung  
(55) Erfindungsgemäß ist beim Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem eine Funk-schnittstelle in Zeitschlitzte zur Übertragung von Funk-blöcken untergliedert. Dabei werden in einem Zeitschlitz die Daten in Datenkanälen übertragen, wobei die Daten-kanäle durch einen individuellen Spreizkode unterscheid-bar sind. Ein endlicher Funkblock bestehend aus Daten-symbolen und zumindest einer Mittambel mit bekannten Symbolen dient der Datenübertragung in einem Datenkanal. Es wird zumindest ein Parameter für die Verkehrsbe-dingungen der Funk-schnittstelle bestimmt und das Ver-hältnis der Länge von Mittambel und einem Datenteil mit Datensymbolen entsprechend der Verkehrsbedingungen eingestellt. Das Verfahren eignet sich besonders für einen Einsatz in TD/CDMA Mobilfunknetzen der 3. Generation.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Funkstation zur Datenübertragung über eine Funkschnittstelle in einem Funk-Kommunikationssystem, insbesondere in einem Mobilfunknetz.

5 In Funk-Kommunikationssystemen werden Nachrichten (beispielsweise Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen übertragen. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Beim GSM (Global System for Mobile Communication) liegen die Trägerfrequenzen im Bereich von 900 MHz. Für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme, beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere Systeme der 3. Generation sind Frequenzen im Frequenzband von ca. 2000 MHz vorgesehen.

10 Die abgestrahlten elektromagnetischen Wellen werden aufgrund von Verlusten durch Reflexion, Beugung und Abstrahlung infolge der Erdkrümmung und dergleichen gedämpft. Infolgedessen sinkt die Empfangsleistung, die bei der empfangenden Funkstation zur Verfügung steht. Diese Dämpfung ist ortsabhängig und bei sich bewegenden Funkstationen auch zeitabhängig.

15 Zwischen einer sendenden und einer empfangenden Funkstation besteht eine Funkschnittstelle, über die mit Hilfe der elektromagnetischen Wellen eine Datenübertragung stattfindet. Aus DE 195 49 158 ist ein Funk-Kommunikationssystem bekannt, das eine CDMA-Teilnehmerseparation (CDMA Code Division Multiple Access) nutzt, wobei die Funkschnittstelle zusätzlich eine Zeitmultiplex-Teilnehmerseparation (TDMA Time Division Multiple Access) aufweist. Empfangsseitig wird ein JD-Verfahren (Joint Detection) angewendet, um unter Kenntnis von Spreizcodes mehrerer Teilnehmer eine verbesserte Detektion der übertragenen Daten vorzunehmen. Dabei ist es bekannt, daß einer Verbindung über die Funkschnittstelle zumindest zwei Datenkanäle zugeteilt werden können, wobei jeder Datenkanal durch einen individuellen Spreizcode unterscheidbar ist.

20 Es ist aus dem GSM-Mobilfunknetz bekannt, daß übertragene Daten als Funkblöcke (Burst) innerhalb von Zeitschlitten übertragen werden, wobei innerhalb eines Funkblocks Mittambeln mit bekannten Symbolen übertragen werden.

25 Diese Mittambeln können im Sinne von Trainingssequenzen zum empfangsseitigen Abstimmen der Funkstation genutzt werden. Die empfangende Funkstation führt anhand der Mittambeln eine Schätzung der Kanalimpulsantworten für verschiedene Übertragungskanäle durch. Die Länge der Mittambel ist unabhängig von den Verkehrsbedingungen fest definiert.

20 Für solche Funk-Kommunikationssysteme stellt die Anzahl der gemeinsam schätzbar Kanalimpulsantworten einen kapazitätsbegrenzenden Faktor dar. Da die Anzahl der Symbole der Mittambel endlich ist und eine Kanalimpulsantwort nicht unendlich kurz sein kann, ist die Zahl der gemeinsam schätzbar Kanalimpulsantworten begrenzt und somit auch die Anzahl der gemeinsam über die Funkschnittstelle übertragenen Datenkanäle.

35 Der Erfindung liegt folglich die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Funkstation zur Datenübertragung über eine Funkschnittstelle anzugeben, die die funktechnischen Ressourcen der Funkschnittstelle besser ausnutzen. Die Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und die Funkstation mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

40 Erfindungsgemäß ist beim Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem eine Funkschnittstelle in Zeitschlitz zur Übertragung von Funkblöcken untergliedert. Dabei werden in einem Zeitschlitz die Daten in Datenkanälen übertragen, wobei die Datenkanäle durch einen individuellen Spreizcode unterscheidbar sind. Ein endlicher Funkblock bestehend aus Datensymbolen und zumindest einer Mittambel mit bekannten Symbolen dient der Datenübertragung in einem Datenkanal. Es wird zumindest ein Parameter für die Verkehrsbedingungen der Funkschnittstelle bestimmt und das Verhältnis der Länge von Mittambel und einem Datenteil mit Datensymbolen entsprechend der Verkehrsbedingungen eingestellt.

45 Damit kann durch eine Verlängerung der Mittambel die Begrenzung der schätzbar Kanalimpulsantworten und damit der in einem Zeitschlitz übertragbaren Verbindungen aufgehoben werden. Wird die Mittambel verlängert, so kann eine größere Anzahl von Verbindungen übertragen werden. Andererseits kann bei nur wenigen Verbindungen pro Zeitschlitz die Mittambellänge verkürzt werden, so daß ein größerer Anteil des Zeitschlitzes für die Übertragung der Datensymbole genutzt werden kann. Die Einstellbarkeit der Mittambellänge gilt auch für Funkblöcke innerhalb von Datenkanälen eines Verbindungstyps (Nutzinformationen, Signalisierungsinformationen, Organisationsinformationen, Zugriffsfunkblöcke).

50 Nach vorteilhaften Weiterbildungen der Erfindung ist ein Parameter für die Verkehrsbedingungen:

- die Anzahl der Verbindungen im Zeitschlitz, und/oder
- eine Geländeklassifizierung für eine Funkzelle, und/oder
- die Übertragungsqualität im Zeitschlitz.

55 Die Anzahl der Verkehrsbedingungen pro Zeitschlitz, die momentane Anzahl und/oder die gewünschte Anzahl, berücksichtigt die Anzahl schätzbarer Kanalimpulsantworten.

60 Die Geländeklassifizierung berücksichtigt die Besonderheiten einzelner Funkzellen. So ist in Hochgebirgslagen oder Fjorden eine starke Streuung der Signallaufzeiten unterschiedlicher Ausbreitungswege zu beobachten, wodurch eine lange Kanalimpulsantwort zu schätzen ist. Bei konstanter Anzahl von Verbindungen ist die Mittambel zu verlängern. Bei flachen, wenig bebauten Funkzellen können hingegen kurze Kanalimpulsantworten und damit kurze Mittambeln verwendet werden. Die Geländeklassifizierung kann vorgegeben sein (durch die Netzwerkplanung) oder aus den aktuellen Meßwerten der Funkschnittstelle abgeleitet werden.

65 Die Übertragungsqualität, beispielsweise die Bitfehlerrate o. ä., kann als Parameter zur Einschätzung der Qualität der Kanalschätzung benutzt werden. Ist die bisherige Länge der geschätzten Kanalimpulsantwort nicht ausreichend, so führt dies zu einer verschlechterten Datendetektion. Durch entsprechende Veränderung des Verhältnisses der Längen von Mittambel und Datenteil kann dem entgegengewirkt werden.

Wird die Mittambellänge dynamisch der Anzahl der Verbindungen im Zeitschlitz und an die Länge der zu schätzenden

Kanalimpulsantwort angepaßt, so erhöht sich im Mittel die spektrale Effizienz der Funkschnittstelle.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausprägung der Erfahrung wird die Einstellung des Verhältnisses der Länge von Mittambel und dem Datenteil mit Datensymbolen zeitabhängig durchgeführt. Dies bedeutet, daß ausgehend von den aktuellen und/oder gewünschten Verkehrsbedingungen der Funkschnittstelle eine Anpassung der Mittambellänge stattfindet. Damit wird die Struktur des Funkblocks den Verkehrsbedingungen ohne große Verzögerung angepaßt. Diese Steuerung kann durch eine Basisstation oder durch andere Netzkomponenten durchgeführt werden.

Die Einstellung des Verhältnisses der Länge von Mittambel und dem Datenteil mit Datensymbolen wird alternativ oder zusätzlich funkzellenindividuell und/oder zeitschlitzindividuell durchgeführt. Die Verkehrsbedingungen schwanken von Funkzelle zu Funkzelle und von Zeitschlitz zu Zeitschlitz, so daß die Flexibilität des Funk-Kommunikationssystems erhöht wird, wenn eine Anpassung nicht netzweit sondern individualisiert durchgeführt wird.

Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfahrung, daß die in einem Zeitschlitz verwendeten Mittambeln von einem gemeinsamen Mittambelgrundcode abgeleitet werden. Damit lassen sich sende- und empfangsseitig die Mittambel besonders leicht erzeugen und eine Kanalschätzung kann für alle Verbindungen, deren Mittambel von einem gemeinsamen Mittambelgrundcode abgeleitet wurden, gemeinsam durchgeführt werden.

Es ist vorteilhaft, einer Verbindung mehrere Datenkanäle zuzuordnen, wobei eine Anzahl Mittambeln verwendet wird, die kleiner als die Anzahl von Datenkanälen ist. Damit wird der Aufwand der Kanalschätzung verringert. Zusätzlich wird die Anzahl der möglichen Datenkanäle pro Zeitschlitz erhöht, da mehrere Datenkanäle die gleiche Mittambel benutzen und der kapazitätsbegrenzende Einfluß der Kanalschätzung nicht auf die Datenkanäle wirkt. Es liegt ebenso im Rahmen der Erfahrung, daß die Datenkanäle mit unterschiedlichen Mittambellängen unterschiedliche Datenraten aufweisen. Die unterschiedlichen Datenraten können daher entstehen, daß der Anteil der Datensymbole pro Zeitschlitz sich verändert. Dann kann beispielsweise durch ein Umschalten auf einen sogenannten Halfrate-Betrieb die Sprachübertragung mit gleichbleibender Qualität fortgesetzt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfahrung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Mobilfunknetzes,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Rahmenstruktur der Funkschnittstelle,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Funkblocks,

Fig. 4 eine schematische Darstellung von verschiedenen Funkblöcken,

Fig. 5 eine schematische Darstellung für eine Zuteilungsstrategie von Verbindungen zu Zeitschlitzten,

Fig. 6 ein Blockschaltbild vom Sender einer Funkstation, und

Fig. 7 ein Blockschaltbild vom Empfänger einer Funkstation.

Das in Fig. 1 dargestellte Funk-Kommunikationssystem entspricht in seiner Struktur einem bekannten GSM-Mobilfunknetz, das aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC besteht, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstationscontroller BSC verbunden. Jeder Basisstationscontroller BSC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BS. Eine solche Basisstation BS ist eine Funkstation, die über eine Funkschnittstelle eine Funkverbindung zu Mobilstationen MS aufbauen kann.

In Fig. 1 sind beispielhaft drei Funkverbindungen zur Übertragung von Nutzinformationen ni und Signalisierungsinformationen si zwischen drei Mobilstationen MS und einer Basisstation BS dargestellt, wobei einer Mobilstation MS zwei Datenkanäle DK1 und DK2 und den anderen Mobilstationen MS jeweils ein Datenkanal DK3 bzw. DK4 zugeteilt sind. Ein Operations- und Wartungszentrum OMC realisiert Kontroll- und Wartungsfunktionen für das Mobilfunknetz bzw. für Teile davon. Die Funktionalität dieser Struktur wird vom Funk-Kommunikationssystem nach der Erfahrung genutzt; sie ist jedoch auch auf andere Funk-Kommunikationssysteme übertragbar, in denen die Erfahrung zum Einsatz kommen kann.

Die Basisstation BS ist mit einer Antenneneinrichtung verbunden, die z. B. aus drei Einzelstrahlern besteht. Jeder der Einzelstrahler strahlt gerichtet in einen Sektor der durch die Basisstation BS versorgten Funkzelle. Es können jedoch alternativ auch eine größere Anzahl von Einzelstrahlern (gemäß adaptiver Antennen) eingesetzt werden, so daß auch eine räumliche Teilnehmerseparierung nach einem SDMA-Verfahren (Space Division Multiple Access) eingesetzt werden kann.

Die Basisstation BS stellt den Mobilstationen MS Organisationsinformationen über den Aufenthaltsbereich (LA location area) und über die Funkzelle (Funkzellenkennzeichen) zur Verfügung. Die Organisationsinformationen werden gleichzeitig über alle Einzelstrahler der Antenneneinrichtung abgestrahlt.

Die Verbindungen mit den Nutzinformationen ni und Signalisierungsinformationen si zwischen der Basisstation BS und den Mobilstationen MS unterliegen einer Mehrwegeausbreitung, die durch Reflexionen beispielsweise an Gebäuden zusätzlich zum direkten Ausbreitungsweg hervorgerufen werden. Durch eine gerichtete Abstahlung durch bestimmte Einzelstrahler der Antenneneinrichtung AE ergibt sich im Vergleich zur omnidirektionalen Abstahlung ein größerer Antennengewinn. Die Qualität der Verbindungen wird durch die gerichtete Abstrahlung verbessert.

Geht man von einer Bewegung der Mobilstationen MS aus, dann führt die Mehrwegeausbreitung zusammen mit weiteren Störungen dazu, daß bei der empfangenden Mobilstation MS sich die Signalkomponenten der verschiedenen Ausbreitungswege eines Teilnehmersignals zeitabhängig überlagern. Weiterhin wird davon ausgegangen, daß sich die Teilnehmersignale verschiedener Basisstationen BS am Empfangsort zu einem Empfangssignal rx in einem Frequenzkanal überlagern. Aufgabe einer empfangenden Mobilstation MS ist es, in den Teilnehmersignalen übertragene Daten d der Nutzinformationen ni, Signalisierungsinformationen si und Daten der Organisationsinformationen zu detektieren.

Die Rahmenstruktur der Funkschnittstelle ist aus Fig. 2 ersichtlich. Gemäß einer TDMA-Komponente ist eine Aufteilung eines breitbandigen Frequenzbereiches, beispielsweise der Bandbreite B = 1,6 MHz, in mehrere Zeitschlitzte ts, beispielsweise 8 Zeitschlitzte ts1 bis ts8 vorgesehen. Jeder Zeitschlitzt ts innerhalb des Frequenzbereiches B bildet einen Frequenzkanal. Innerhalb der Frequenzkanäle, die zur Nutzdatenübertragung vorgesehen sind, werden Informationen mehrerer Verbindungen in Funkblöcken übertragen. Gemäß einer FDMA (Frequency Division Multiple Access) -Kompo-

nente sind dem Funk-Kommunikationssystem mehrere Frequenzbereiche B zugeordnet.

Gemäß Fig. 3 bestehen diese Funkblöcke zur Nutzdatenübertragung aus Datenteilen mit Datensymbolen d, in denen Abschnitte mit empfangsseitig bekannten Mittambeln m eingebettet sind. Die Daten d sind verbindungsindividuell mit einer Feinstruktur, einem Spezcode, gespreizt, so daß empfangsseitig beispielsweise K Datenkanäle DK1, DK2, DK3, ... DKK durch diese CDMA-Komponente separierbar sind. Jeden dieser Datenkanäle DK1, DK2, DK3, ... DKK wird sendeseitig pro Symbol eine bestimmte Energie E zugeordnet.

Die Spreizung von einzelnen Symbolen der Daten d mit Q Chips bewirkt, daß innerhalb der Symboldauer Ts Q Subabschnitte der Dauer Tc übertragen werden. Die Q Chips bilden dabei den individuellen Spreizcode. Die Mittamel m besteht aus L Chips, ebenfalls der Dauer Tc. Weiterhin ist innerhalb des Zeitschlitzes ts eine Schutzzeit guard der Dauer Tg zur Kompensation unterschiedlicher Signalaufzeiten der Verbindungen aufeinanderfolgender Zeitschlitzes ts vorgesehen.

Innerhalb eines breitbandigen Frequenzbereiches B werden die aufeinanderfolgenden Zeitschlitzes ts nach einer Rahmenstruktur gegliedert. So werden acht Zeitschlitzes ts zu einem Rahmen zusammengefaßt, wobei ein bestimmter Zeitschlitz des Rahmens einen Frequenzkanal zur Nutzdatenübertragung bildet und wiederkehrend von einer Gruppe von Verbindungen genutzt wird. Weitere Frequenzkanäle, beispielsweise zur Frequenz- oder Zeitsynchronisation der Mobilstationen MS werden nicht in jedem Rahmen, jedoch zu einem vorgegebenen Zeitpunkten innerhalb eines Multirahmens eingeführt. Die Abstände zwischen diesen Frequenzkanälen bestimmen die Kapazität, die das Funk-Kommunikationssystem dafür zur Verfügung stellt.

Die Parameter der Funkschnittstelle sind z. B. wie folgt:

|    |                              |              |
|----|------------------------------|--------------|
| 20 | Dauer eines Funkblocks       | 577 $\mu$ s  |
|    | Anzahl Chips pro Mittamel m  | 243          |
|    | Schutzzeit Tg                | 32 $\mu$ s   |
|    | Datensymbole pro Datenteil N | 33           |
| 25 | Symboldauer Ts               | 6,46 $\mu$ s |
|    | Chips pro Symbol-Q           | 14           |
|    | Chipdauer Tc                 | 6/13 $\mu$ s |

In Aufwärts- (MS  $\rightarrow$  BS) und Abwärtsrichtung (BS  $\rightarrow$  MS) können die Parameter auch unterschiedlich eingestellt werden.

Eine Beeinflussung der Datenrate ist in Fig. 4 gezeigt. Hierbei wird nicht von einer konstanten Funkblockstruktur aus gegangen, sondern eine Veränderung der Funkblockstruktur wird durch die Steuereinrichtung SE veranlaßt. Die Länge der Mittamel m – und damit bei konstanter Länge eines Zeitschlitzes ts auch das Verhältnis von Mittamel m und Datenteil – kann den Geländebedingungen angepaßt werden. Bei komplizierten Geländebedingungen, z. B. im Hochgebirge oder in Fjorden, wird die Länge der Mittamel m auf Kosten der Datenteile oder der Schutzzeit guard verlängert. Bei einfachen Geländen, z. B. flachen Land kann die Mittamel m verkürzt werden. Die Definition der Funkblockstruktur geschieht vorteilhafterweise funkzellenabhängig. Es ist jedoch auch möglich, die Mittambellänge von Verbindung zu Verbindung individuell einzustellen, wobei vorteilhafterweise Verbindungen V1, V2, V3 einer Funkblockstruktur einem gemeinsamen Zeitschlitz ts1 zugeordnet werden.

Die Länge der Mittamel m korrespondiert dabei in etwa mit der Länge W der zu schätzenden Kanalimpulsantwort h, d. h. bei einfachen Geländestrukturen ist die Kanalimpulsantwort kurz, z. B. W = 3, und bei komplizierten Geländebedingungen lang, z. B. W = 7.

Die Einstellung der Länge der Mittamel m wird entsprechend von bestimmten Verkehrsbedingungen auf der Funkschnittstelle durchgeführt. So werden durch die Steuereinrichtung SE (ggf. nach Vorgaben anderer Netzkomponenten: z. B. dem Basisstationscontroller BSC) Parameter zu den Verkehrsbedingungen bestimmt.

Diese Parameter für die Verkehrsbedingungen:

- die Anzahl M der Verbindungen im Zeitschlitz, und/oder
- eine Geländeklassifizierung G für eine Funkzelle, und/oder
- die Übertragungsqualität Q im Zeitschlitz.

Diese Parameter können sowohl aktuell gemessene Werte oder zukünftige Werte sein, wobei letztere entstehen würden, falls weitere Verbindungen bzw. Datenkanäle einem Zeitschlitz ts zugewiesen werden.

Die Anzahl M der Verkehrsbedingungen pro Zeitschlitz beeinflußt direkt die Anzahl schätzbarer Kanalimpulsantworten.

Die Geländeklassifizierung G berücksichtigt die Besonderheiten einzelner Funkzellen. Bei konstanter Anzahl von Verbindungen ist die Mittamel für Funkzellen in Hochgebirgslagen oder Fjorden verlängern und bei flachen, wenig bebauten Funkzellen zu verkürzen. Die Geländeklassifizierung G ist bereits durch die Netzwerkplanung vorgegeben. Eine aktuelle Anpassung ist aus den Meßwerten der Funkübertragung bezüglich der Kanalimpulsantwort h möglich.

Die Übertragungsqualität Q, wird durch die Bitfehlerrate repräsentiert und gibt Aufschluß über die Qualität der Kanalschätzung. Ist die bisherige Länge W der geschätzten Kanalimpulsantwort h nicht ausreichend, so führt dies zu einer verschlechterten Datendetektion. Durch entsprechende Veränderung des Verhältnisses der Längen von Mittamel m und Datenteil kann dem entgegengewirkt werden.

Die Einstellung des Verhältnisses der Länge von Mittamel m und Datensymbolen d erfolgt funkzellenindividuell entsprechend der Geländeklassifikation G. Schwanken die Verkehrsbedingungen in einer Funkzelle stark, so ist die Einstellung zusätzlich zeitschlitz- bzw. zeitabhängig.

Verbindungen mit ähnlichen Verkehrsbedingungen werden einem gemeinsamen Zeitschlitz ts zugeordnet und die optimale Mittambellänge für diesen Zeitschlitz für alle Verbindungen gemeinsam eingestellt. Die Zeitabhängigkeit berück-

sichtigt eine dynamische Anpassung der Funkblockstruktur, damit wird die Struktur des Funkblocks den Verkehrsbedingungen ohne große Verzögerung angepaßt. Wird die Mittambellänge dynamisch der Anzahl M der Verbindungen im Zeitschlitz und an die Länge W der zu schätzenden Kanalimpulsantwort angepaßt, so erhöht sich im Mittel die spektrale Effizienz der Funkschnittstelle.

Fig. 5 zeigt einen Rahmen der TDMA-Struktur der Funkschnittstelle. Die Zuteilung der Verbindungen V1 bis V10 zu einzelnen Zeitschlitzten ts1, ts2, ts3 wird netzseitig durchgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß pro Zeitschlitz ts nur eine begrenzte Anzahl von Kanalimpulsantworten h gemeinsam schätzbar ist. Diese Limitierung ergibt sich daraus, daß die Kanalimpulsantworten L Chips enthalten, die Kanalimpulsantworten zur genauen Kanalschätzung W Koeffizienten aufweisen und M die Anzahl der Verbindungen pro Zeitschlitz darstellt. Die Anzahl gemeinsam schätzbarer Kanalimpulsarten h ist dabei durch die Ungleichung  $L \geq M \cdot W + W - 1$  begrenzt.

Die Zuteilungsstrategie sieht daher vor, daß in jedem Zeitschlitz ts in etwa eine gleiche Anzahl von Verbindungen übertragen wird. In zweiter Hinsicht wird die Mittambellänge in jedem Zeitschlitz ts berücksichtigt, so daß beispielsweise im Zeitschlitz ts2, bei dem die Verbindungen V4 bis V7 eine längere Mittambel m haben, eine größere Anzahl von Verbindungen übertragen wird.

Durch die Nutzung einer gemeinsamen Mittambel m für mehrere Datenkanäle DK1 und DK2 ist es möglich in einem Zeitschlitz ts eine größere Anzahl von Datenkanälen DK1 und DK2 zu übertragen. Dies führt zu einer Erhöhung der Datenrate pro Zeitschlitz ts oder zu einer Verlängerung der schätzbarer Kanalimpulsantworten h (für komplizierte Geländestrukturen) in diesem Zeitschlitz ts.

Die Sende- bzw. Empfänger nach Fig. 6 bzw. Fig. 7 beziehen sich auf Funkstationen, die sowohl eine Basisstation BS oder eine Mobilstation MS sein können. Es wird jedoch nur die Signalverarbeitung für eine Verbindung gezeigt.

Der Sender nach Fig. 6 nimmt die zuvor digitalisierten Datensymbole d einer Datenquelle (Mikrofon oder netzseitige Verbindung) auf, wobei die beiden Datenteile mit je  $N=33$  Datensymbolen d getrennt verarbeitet werden. Es findet zuerst eine Kanalcodierung der Rate 1/2 und constraint length 5 im Faltungscodierer FC statt, worauf sich eine Verwürfelung im Interleaver I mit einer Verwürfelungstiefe von 4 oder 16 anschließt.

Die verwürfelten Daten werden anschließend in einem Modulator MOD 4-PSK moduliert, in 4-PSK Symbole umgewandelt und daraufhin in Spreizmitteln SPR entsprechend individueller Spreizcodes gespreizt. Diese Verarbeitung wird in einem Datenverarbeitungsmittel DSP parallel für alle Datenkanäle DK1, DK2 einer Verbindung durchgeführt. Nicht dargestellt ist, daß im Fall einer Basisstation BS die übrigen Verbindungen ebenfalls parallel verarbeitet werden. Das Datenverarbeitungsmittel DSP kann durch einen digitalen Signalprozessor, der durch eine Steuereinrichtung SE gesteuert wird, durchgeführt werden.

In einem Summierglied S werden die gespreizten Daten der Datenkanäle DK1 und DK2 überlagert, wobei bei dieser Überlagerung die Datenkanäle DK1 und DK2 eine gleiche Wichtung erfahren. Die zeitdiskrete Darstellung des Sendesignals s für den m-ten Teilnehmer kann nach folgender Gleichung erfolgen:

$$s_{q+(n-1)Q}^{(m)} = \sum_{k=1}^{K(m)} d_n^{(k,m)} c_q^{(k,m)}, \text{ mit } q = 1..Q, n = 1..N$$

Wobei  $K(m)$  die Nummer der Datenkanäle des m-ten Teilnehmers und  $N$  die Anzahl der Datensymbole d pro Datenteil ist. Das überlagerte Teilnehmersignal wird einem Funkblockbildner BG zugeführt, der unter der Berücksichtigung der verbindungsindividuellen Mittambel m den Funkblock zusammenstellt.

Da komplexe CDMA-Codes verwendet werden, die von binären CDMA-Codes durch eine Multiplikation mit  $j^{q-1}$  abgeleitet werden, ist das Ausgangssignal eines Chipimpulsfilters CIF, das sich an den Funkblockbildner BG anschließt GMSK moduliert und hat eine in etwa konstante Einhüllende falls die Verbindung nur einen Datenkanal nutzt. Das Chipimpulsfilter CIF führt eine Faltung mit einem GMSK-Hauptimpuls durch.

Anschließend an die digitale Signalverarbeitung wird sendeseitig eine Digital/Analog-Wandlung, eine Übertragung ins Sendefrequenzband und eine Verstärkung des Signals durchgeführt. Daraufhin wird das Sendesignal über die Antenneneinrichtung abgestrahlt und erreicht ggf. über verschiedene Übertragungskanäle die empfangende Funkstation, beispielsweise eine Mobilstation MS.

Pro Verbindung wird dabei eine individuelle Mittambel m bestehend aus L komplexen Chips genutzt. Die notwendigen M unterschiedlichen Mittambeln werden von einem Grundmittambelcode der Länge  $M \cdot W$  abgeleitet, wobei M die maximale Anzahl von Teilnehmern (Verbindungen) und W die erwartete maximale Anzahl von Werten der Kanalimpulsantwort h darstellt. Die verbindungsindividuelle Mittambel m wird durch eine Rotation nach rechts des Grundmittambelcodes um  $W \cdot m$  Chips und periodischer Dehnung bis  $L \geq (M + 1) \cdot W - 1$  Chips abgeleitet. Da der komplexe Grundmittambelcode von einem binären Mittambelcode durch Modulation mit  $j^{q-1}$  abgeleitet wird, ist das Sendesignal der Mittambel m ebenfalls GMSK moduliert.

Empfangsseitig (siehe Fig. 7) findet nach einer analogen Verarbeitung, d. h. Verstärkung, Filterung, Konvertierung ins Basisband, eine digitale Tiefpaßfilterung der Empfangssignale e in einen digitalen Tiefpaßfilter DLF statt. Ein Teil des Empfangssignals e, der durch einen Vektor em der Länge  $L = M \cdot W$  repräsentiert wird und keine Interferenzen des Datenteils enthält, wird einem Kanalschätzer KS übermittelt. Die Kanalschätzung aller M Kanalimpulsantworten h wird gemäß

$$h = \text{IDFT}(\text{DFT}(em)g)$$

durchgeführt, mit

$$g = (\text{DFT}(sm))^{-1}$$

Die Datenschätzung im Joint Detection Datenschätzer DE wird für alle Verbindungen gemeinsam durchgeführt. Die Spreizcodes werden mit  $c^{(k)}$  die Empfangsdaten mit  $d^{(k)}$  und die korrespondierenden Kanalimpulsantworten mit  $h^{(k)}$  präsentiert, wobei  $k = 1$  bis  $K$  ist.

5 Der Teil des Empfangssignals der für die Datenschätzung benutzt wird, wird durch den Vektor

$$e = A \cdot d + n$$

beschrieben, wobei  $A$  die Systemmatrix mit den a-priori bekannten CDMA-Codes  $c^{(k)}$  und den geschätzten Kanalimpulsantworten  $h^{(k)}$  ist. Der Vektor  $d$  ist eine Kombination der Daten  $d^{(k)}$  jedes Datenkanals gemäß folgender Gleichung:

$$d = [d_1^{(1)}, d_1^{(2)}, \dots, d_1^{(K)}, \dots, d_N^{(1)}, \dots, d_N^{(K)}]$$

15 Für diese Symbolanordnung hat die Systemmatrix  $A$  eine Bandstruktur, die zur Reduzierung der Komplexität des Algorithmus genutzt wird. Der Vektor  $n$  enthält den Rauschanteil. Die Datenschätzung wird durch einen Zero Forcing Block Linear Equalizer (ZF-BLE) nach folgender Gleichung durchgeführt:

20  $d = (A^{*T}A)^{-1}A^{*T}e.$

Die Komponenten haben ein kontinuierlichen Wert und sind nicht manipulierte Schätzwerte der Datensymbole  $d$ . Um die Berechnung von  $d$  zu vereinfachen, kann das Problem in ein lineares Gleichungssystem der Form

25  $(A^{*T}A)d = A^{*T}e$

umgeschrieben werden, wobei nach einer Cholesky-Zerlegung

$$A^{*T}A = H^{*T}H$$

30 die Bestimmung der Datensymbole  $d$  auf das Lösen folgender zwei Systeme linearer Gleichungen

$$H^{*T}z = A^{*T}e \text{ mit } H \cdot d = z$$

35 reduziert wird. Die Lösung dieser Gleichungssysteme kann rekursiv durchgeführt werden.  $H$  ist eine obere Dreiecksmatrix und  $H^{*T}$  ist eine untere Dreiecksmatrix.

Die hier beschriebene Datenschätzung ist für einen einzelnen Datenteil gültig. Weiterhin müssen bei der Datenschätzung die Interferenzen zwischen der Mittambel  $m$  und den Datenteilen berücksichtigt werden. Nach der Trennung der Datensymbole der Datenkanäle DK1 und DK2 findet eine Demodulation in einem Demodulator DM0, eine Entwürfelung in einem Deinterleaver DI und eine Kanaldecodierung in Faltungsdecodierer FD statt.

Sendeseitig und empfangsseitig wird die digitale Signalverarbeitung durch eine Steuereinrichtung SE gesteuert. Die Steuereinrichtung SE berücksichtigt insbesondere die Anzahl der Datenkanäle DK1, DK2 pro Verbindung, die Spreizcodes der Datenkanäle DK1, DK2, die aktuelle Funkblockstruktur und die Anforderungen an die Kanalschätzung.

Insbesondere wird durch die Steuereinrichtung SE die Überlagerung der Datensymbole  $d$  im Summenglied  $S$  beeinflusst. Damit kann die Gewichtung der Datensymbole verschiedener Datenkanäle DK1, DK2 eingestellt werden. Außer einer Gleichgewichtung können auch Datensymbole  $d$  einer ersten Kategorie (z. B. Signalisierungsinformationen) höher gewichtet werden. Durch die Steuereinrichtung SE wird ebenfalls der Funkblockbildner BG gesteuert und somit die Energie pro Symbol eingestellt. Die Energie pro Symbol ist dabei in den Datenteilen und in der Mittambel  $m$  gleich. Unter bestimmten Verkehrsbedingungen kann auch eine höhere Gewichtung der Datenteile eingestellt werden.

50 Das in den Ausführungsbeispielen vorgestellte Mobilfunknetz mit einer Kombination von FDMA, TDMA und CDMA ist für Anforderungen an Systeme der 3. Generation geeignet. Insbesondere eignet es sich für eine Implementierung in bestehende GSM-Mobilfunknetze, für die ein geringer Änderungsaufwand nötig ist. Der Entwurf von Dual-Mode Mobilstationen MS, die sowohl nach dem GSM-Standard, als auch nach den vorgestellten TD/CDMA Standard funktionieren, wird erleichtert.

55 Durch die Erhöhung der Datenraten pro Zeitschlitz, indem gemeinsame Mittambeln genutzt werden (channel pooling), ist es möglich, schrittweise variable Datenraten von beispielsweise  $K$  mal 13 kbit/s einzustellen.

#### Patentansprüche

60 1. Verfahren zur Datenübertragung über eine Funkschnittstelle in einem Funk-Kommunikationssystem, bei dem

- die Funkschnittstelle in Zeitschlüsse (ts) zur Übertragung von Funkblöcken untergliedert ist,
- in einem Zeitschlitz (ts) Datenkanäle (DK1, DK2) durch einen individuellen Spreizcode unterscheidbar sind,
- in einem Zeitschlitz ein endlicher Funkblock bestehend aus Datensymbolen (d) und zumindest einer Mittambel (m) mit bekannten Symbolen übertragen wird,
- zumindest ein Parameter (M, Q, G) für die Verkehrsbedingungen der Funkschnittstelle bestimmt wird, und
- das Verhältnis der Länge von Mittambel (m) und einem Datenteil mit Datensymbolen (d) entsprechend der Verkehrsbedingungen einstellbar ist.

# DE 197 33 336 A 1

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Parameter für die Verkehrsbedingungen die Anzahl (M) der Verbindungen im Zeitschlitz (ts) ist. 5
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem ein Parameter für die Verkehrsbedingungen eine Geländeklassifizierung (G) für eine Funkzelle ist.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem ein Parameter für die Verkehrsbedingungen die Übertragungsqualität (Q) im Zeitschlitz (ts) ist. 10
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Einstellung des Verhältnisses der Länge von Mittambel (m) und dem Datenteil mit Datensymbolen (d) zeitabhängig durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Einstellung des Verhältnisses der Länge von Mittambel (m) und dem Datenteil mit Datensymbolen (d) funkzellenindividuell durchgeführt wird. 15
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Einstellung des Verhältnisses der Länge von Mittambel (m) und dem Datenteil mit Datensymbolen (d) zeitschlitzindividuell durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die in einem Zeitschlitz (ts) verwendeten Mittambeln (m) von einem gemeinsamen Mittambelgrundcode (mg) abgeleitet werden. 20
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem einer Verbindung mehrere Datenkanäle (DK1, DK2) zugeordnet sind, wobei eine Anzahl Mittambeln (m) verwendet wird, die kleiner als die Anzahl von Datenkanälen (DK1, DK2) ist. 25
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Datenkanäle (DK1, DK2, DK3) mit unterschiedlichen Mittambellängen unterschiedliche Datenraten aufweisen.
11. Funkstation (MS, BTS) zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem über eine Funkschnittstelle,
  - wobei die Funkschnittstelle in Zeitschlitz (ts) zur Übertragung von Funkblöcken untergliedert ist, mit einem Signalverarbeitungsmittel (DSP), das endliche Funkblöcke bestehend aus Datensymbolen (d) und zumindest einer Mittambel (m) mit bekannten Symbolen erzeugt,
  - wobei die Funkblöcke in einem Zeitschlitz (ts) übertragen werden und in einem Zeitschlitz (ts) Datenkanäle (DK1, DK2) durch einen individuellen Spreizkode unterscheidbar sind, mit einem Steuermittel (SE) zum Bestimmen von Parametern (M, Q, G) für die Verkehrsbedingungen der Funkschnittstelle und zum Einstellen des Verhältnisses der Länge von Mittambel (m) und einem Datenteil mit Datensymbolen (d) entsprechend der Verkehrsbedingungen. 30

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

Fig. 1

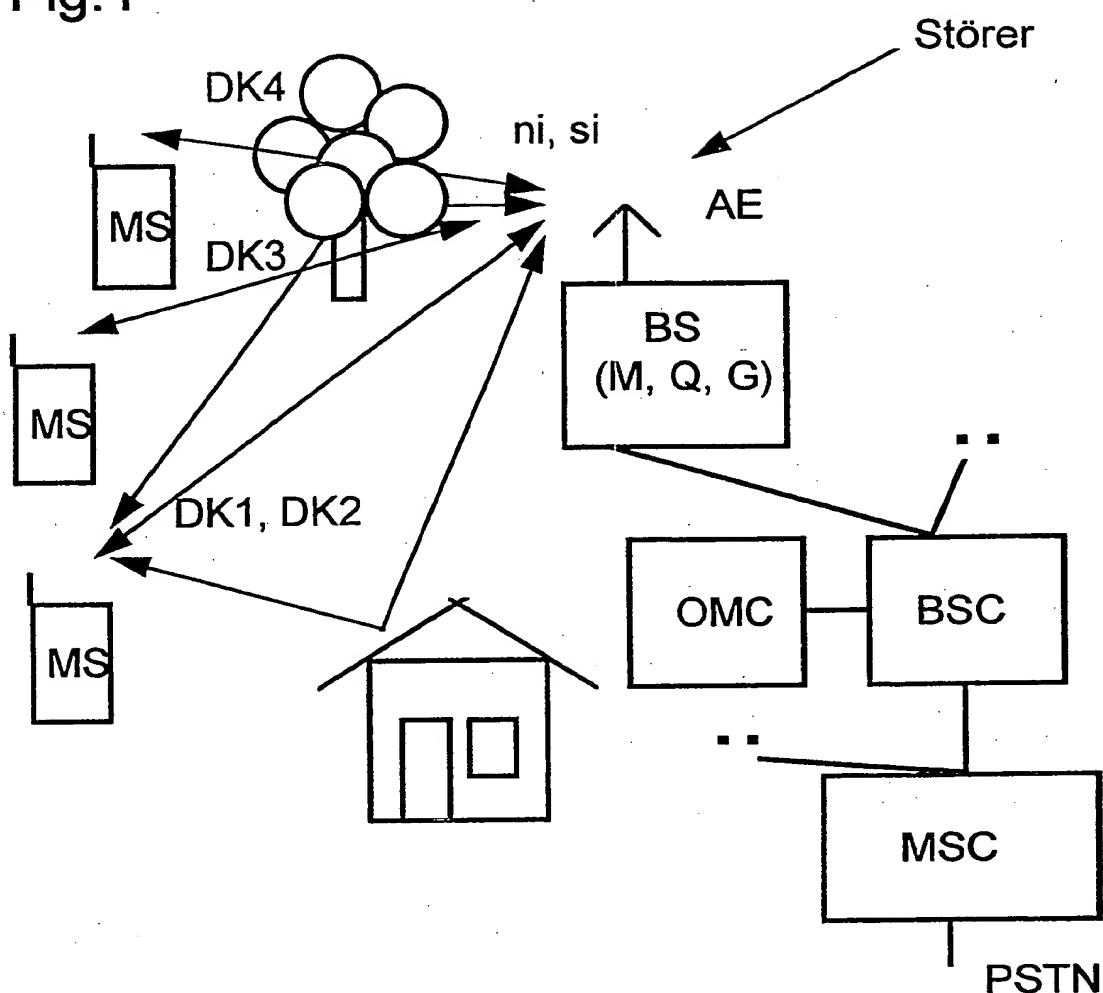


Fig.2

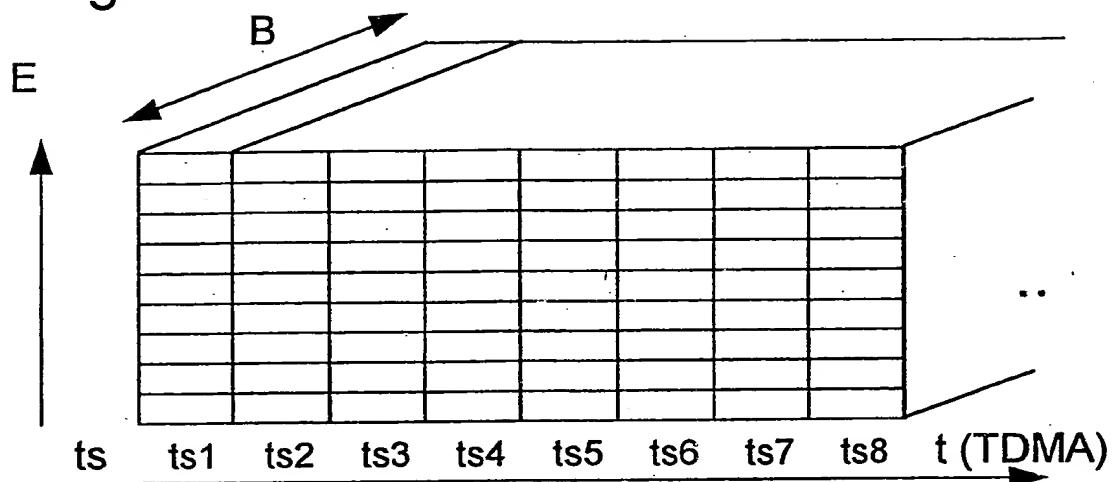


Fig.3

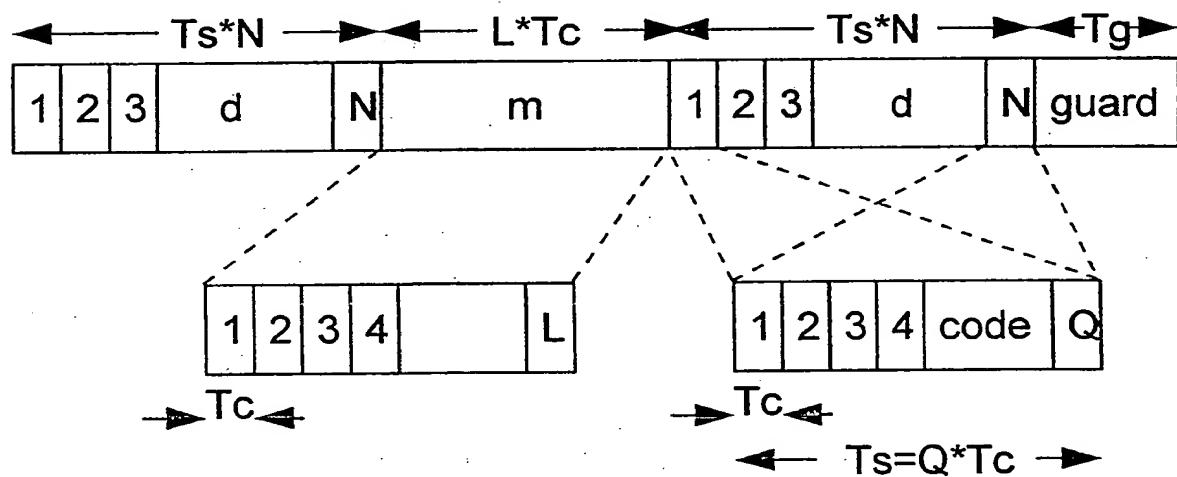


Fig.4

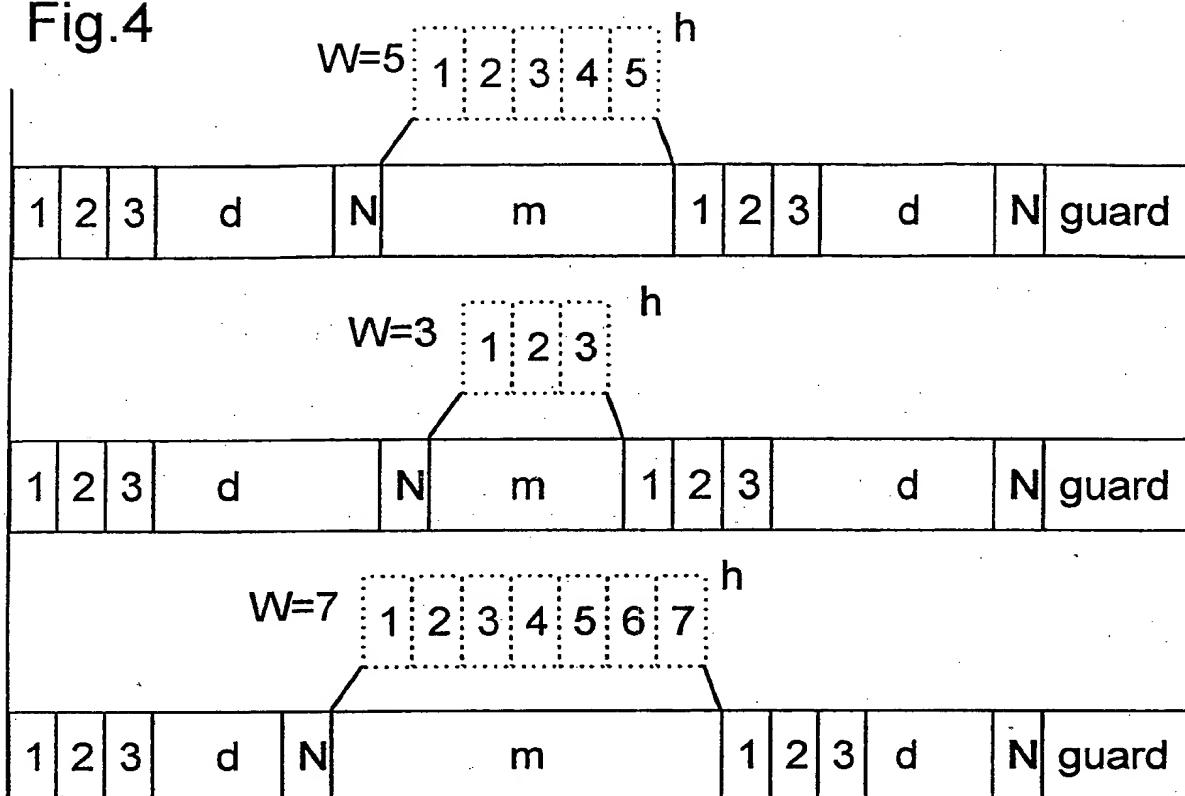


Fig.5

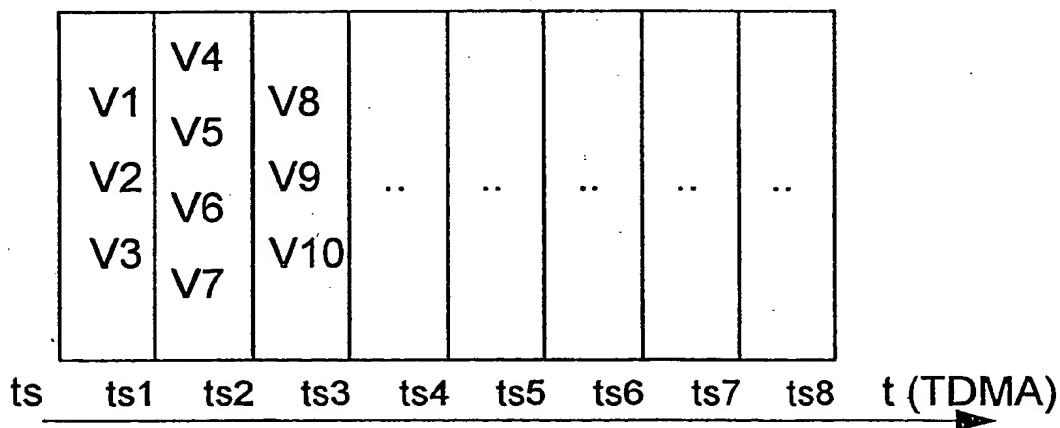


Fig.6

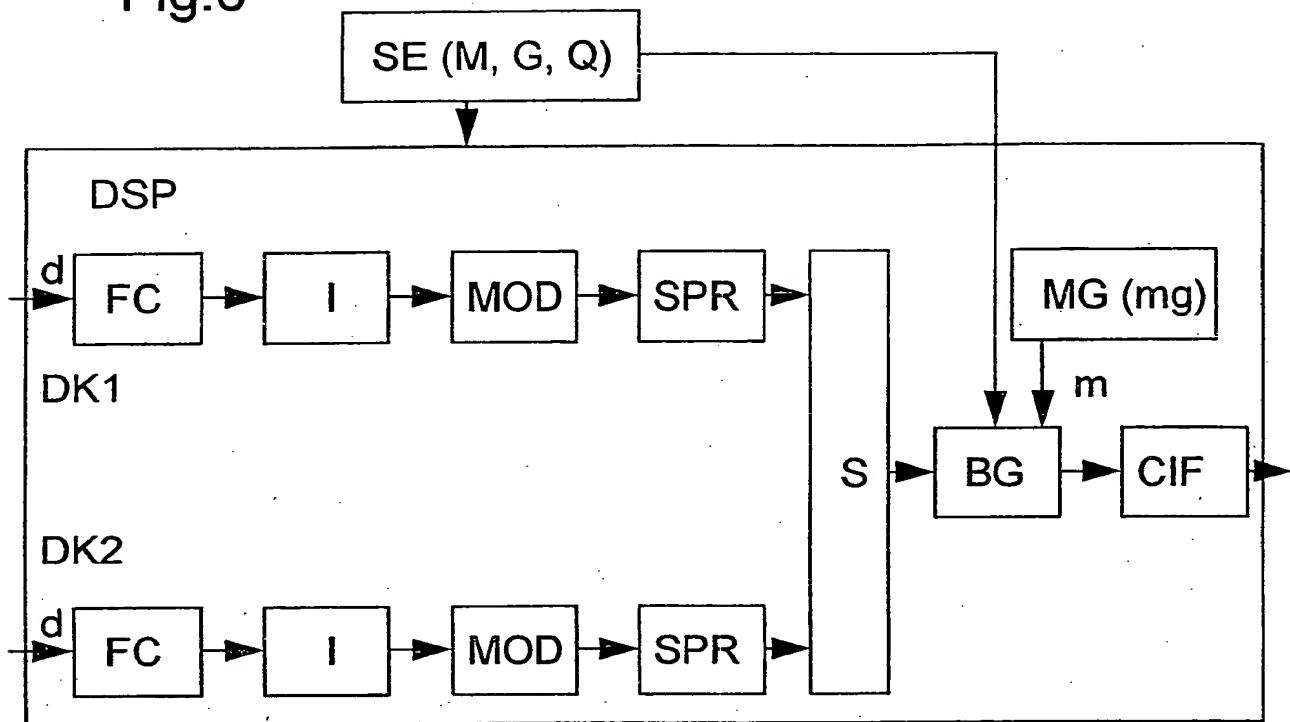


Fig.7

